云 南 植 物 研 究 8（4）：451—457，1986
Acta Botanica Yunnanica

六角莲及其近缘的核型和演化的研究*

李林初

（复旦大学生物系）

摘要 本文首次报道我国特产的药用植物六角莲的核型，K(2n)=12=8m(2SAT)+2st(SAT)+2t，为"2A"型。与桃儿七（属）和足叶草（属）的核型比较接近，反映了它们的近缘关系。但又似以六角莲（八角莲属）最原始，它可能通过二条路线演化到桃儿七属和足叶草属并以后者最为进化。笔者认为八角莲属和桃儿七属从足叶草属的分立及应俊生提出的从前者演化出后二者的演化趋势得到细胞学资料的支持。本研究还支持吴征镒等关于我国西南和南部到东南亚的北部是东亚-北美区系成分的发源地的意见。

关键词 六角莲；桃儿七；足叶草；核型；演化

六角莲（*Dysosma pleiantha* (Hance) Woodson）为小檗科（Berberidaceae）八角莲属的药用植物，特产我国台湾、福建、浙江、安徽、湖北、广西等省区，根状茎能散瘀解毒，治疗疖毒及毒蛇咬伤有特效[1]。六角莲的细胞学资料仅见Miyaji[9]以异名*Podophyllum pleiantha* Hance报告过染色体数目2n=12，它的核型（包括整个八角莲属诸种）未见报道。笔者以植株根尖为材料观察了它的核型并与产于我国西北、西南的近缘植物桃儿七（*Sinopodophyllum emodi* (Wall.) Ying和北美东部的足叶草（*Podophyllum peltatum* L.）[7]进行了比较，旨在对近缘的八角莲属（*Dysosma* Woodson）、桃儿七属（*Sinopodophyllum* Ying）和足叶草属（*Podophyllum* L.）的核型及其演化关系进行研究。

材料和方法

实验材料 六角莲根尖取自杭州植物园露地栽培植株，凭证标本藏复旦大学生物系植物标本室。

截取幼嫩根尖，经0.002*M* 8-羟基喹啉液预处理3小时后用卡诺氏液固定2—24小时，在60°C 1 *N*的盐酸中解离2分钟，改良的苯酚品红液染色，常规制片。取5个细胞

本文于1985年10月29日收到。

* 承杭州植物园俞志洲同志提供实验材料，我系傅文瑜同志协助显微摄影，谨致谢意。

的显微测量数据的平均值制成表1－Ⅰ并绘成核型模式图（图2）。体细胞染色体形态和核型见图1。

核型不对称性类型按Stebbins[12]的方法。

表1 六角莲、桃儿七、足叶草的染色体长度、臂比和类型

Table 1. The lengths, arm ratios and types of chromosomes in *Dysosma pleiantha*, *Sinopodophyllum emodi* and *Podophyllum peltatum*

分类群 Taxa	编号 No.	相对长度（%） Relative length (%) 全长 Total	短臂 Short arm	长臂 Long arm	臂比 Ratio of arms (long arm/short arm)	类型 Type
Ⅰ. 六角莲	1	23.52	2.96＋8.96	11.60	1.33	m*
Dysosma	2	21.14	10.14	11.00	1.09	m
pleiantha	3	15.40	5.74	9.66	1.68	m
	4	14.05	6.39	7.66	1.20	m
	5	13.38	2.70	6.76＋3.92	3.95	st*
	6	12.50	1.01	11.49	11.34	t
Ⅱ. 桃儿七[1)]	1	22.71	10.89	11.82	1.09	m
Sinopodophyllum	2	20.53	6.53＋2.80	11.20	1.20	m*
emodi	3	18.04	6.38	11.66	1.83	sm
	4	13.68	5.13	8.55	1.67	m
	5	13.07	1.87	11.20	5.99	st
	6	11.98	……	11.98	∞	t
Ⅲ. 足叶草[1)]	1	23.07	11.15	11.92	1.07	m
Podophyllum	2	21.37	10.22	11.15	1.09	m
peltatum	3	16.56	5.88	10.66	1.82	sm
	4	16.10	5.88	10.22	1.74	sm
	5	11.92	2.48	9.44	3.81	st
	6	10.99	……	5.88＋5.11	∞	t*

* 为随体染色体，随体长度计算在内

* Sat-chromosome. The length of satellite is included in the chromosome length.

1）Ⅱ、Ⅲ栏系作者根据Kosenko〔7〕的资料制成

1）The II and III columns are done by the present author according to the data of Kosenko〔7〕.

结　　果

经大量制片的观察和计数，确定六角莲的染色体数目为2n＝12，与Miyaji[9]的结果一致。未见B染色体，也没有发现非整倍性变异和多倍现象。按Levan等[8]的分类标准，六角莲的核型公式为K(2n)＝12＝8m(2SAT)＋2st(SAT)＋2t。

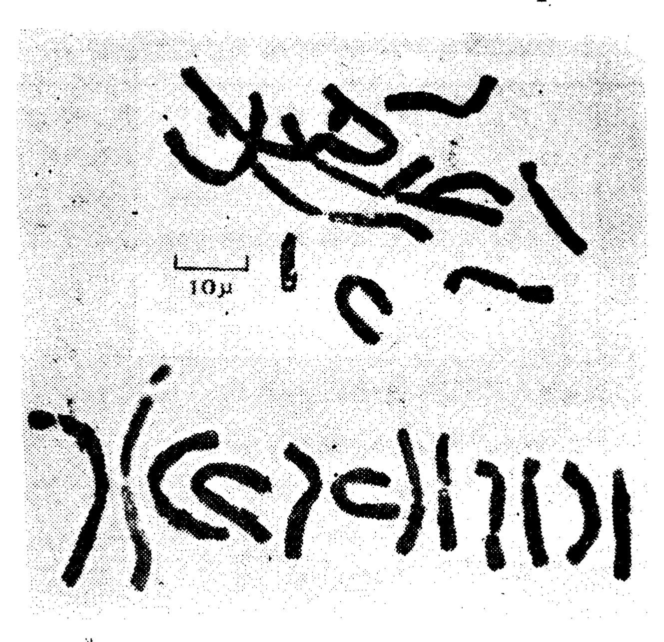


图1　六角莲的体细胞染色体形态和核型

Fig. 1　The morphology of somatic chromosomes and karyotype in *Dysosma pleiantha*

由表1－Ⅰ和图1、图2可见，六角莲的1—4号染色体具中部着丝点，臂比1.09—1.68，5、6号分别为近端和端部着丝点染色体，臂比为3.95和11.34，1号染色体的短臂和5号染色体的长臂具随体。（尽管图1中5号的随体不够明显，但在别的细胞分裂相中清晰可见。）染色体实际长度范围为15.92—29.93微米，相对长度12.50—23.52。全组染色体总长度127.28微米。染色体长度比（最长/最短）为1.88。

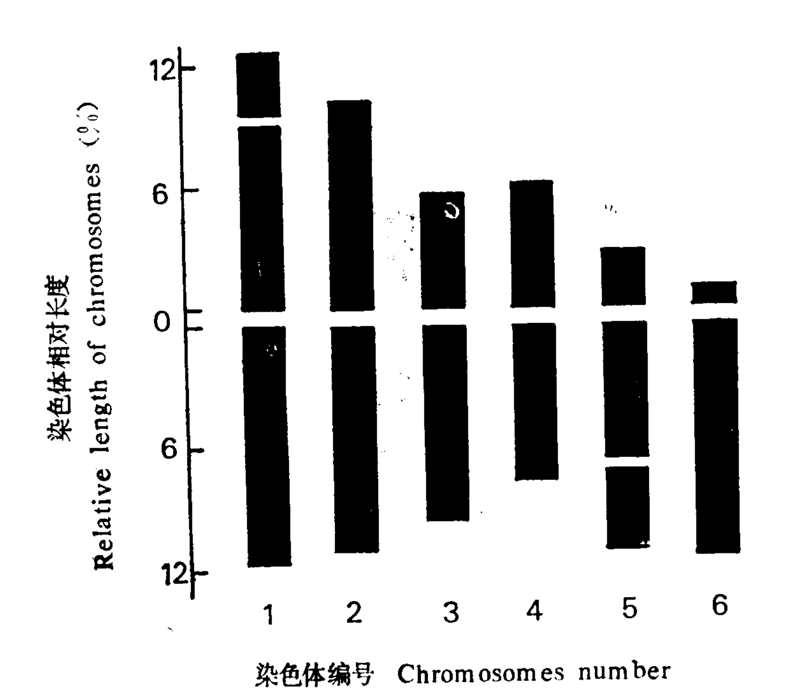


图2　六角莲的核型模式图

Fig. 2　The idiogram of *Dysosma pleiantia*

表2 六角莲、桃儿七、足叶草核型的比较

Table 2 The karyotype comparison of *D. pleiantha* with *S. emodi* and *P. peltatum*

分类群 Taxa	核型公式〔1〕 Karyotype formula	平均臂比（1—5号染色体） Arm ratio in mean (chrom.no. 1-5)	染色体长度比 Ratio of the longest chromosome to the shortest	臂比＞2的染色体比例 Propotion of chromosomes with arm ratio＞2	核型类型〔11〕 Karyotypic type
六角莲 *D. pleiantha* (*Dysosma*)	K(2n)=12 =8m(2SAT)+2st (SAT)+2t	1.79	1.88	0.33	2A
桃儿七[1)] *S. emodi* (*Sinopodophyllum*)	K(2n)=12 =6m(2SAT)+2sm+ 2st+2t	2.36	1.90	0.33	2A
足叶草[1)] (*P. peltatum* (*Podophyllum*)	K(2n)=12 =4m+4sm+2st+ 2t(SAT)	1.91	2.10	0.33	2B

1）该二栏由作者根据Kosenko〔6〕的资料制成

1）The two columns are did by the present author according to the data of Kosenko〔6〕

讨 论

六角莲有2对染色体的臂比大于2，占染色体总数的0.33，染色体长度比小于2，因此它的核型属Stebbins〔12〕的“2A”，这是比较对称和原始的类型，与八角莲属在系统上属小檗科、毛茛目的位置相称。

Kosenko〔1〕报道了六角莲（八角莲属）的近缘植物桃儿七（以异名*Podophyllum hexandrum* Royle）和足叶草的核型。为便于进行比较，笔者将它们的染色体数据经有关运算处理后列入表1—Ⅱ、Ⅲ。三者的主要区别如表2所示，鉴于它们的臂比大于2的染色体比例相同，增列了反映臂比不对称性的平均臂比[1)]。

由表1、表2可见三个种都有一对端部和近端着丝点染色体及若干中部和近中着丝点染色体，每号染色体的形态都一一对应十分相近，大致如图2所示的六角莲的式样，表明它们的核型比较接近，反映了三者的近缘关系。但六角莲的1—4号染色体全具中部着丝点而缺少其余二者的近中着丝点染色体，它的平均臂比和染色体长度比都较小，“2A”核型，似最对称和原始。虽然桃儿七与六角莲具有相同比例的臂比大于2

1）此平均臂比为1—5号染色体着丝点两边部分的平均比值。

的染色体，它们的染色体长度比也几乎相等，同为“2 A”核型，但桃儿七的平均臂比显然高于六角莲而有比它不对称和进化的趋势。足叶草的平均臂比尽管并非最高，但它的臂比大于2的染色体比例与其余二者相等而属同一等级，它的染色体长度比已经超过2，因此为“2 B”核型，似为最不对称和最进化。Stebbins[11]指出，“核型的不对称性增加，或是染色体两臂长度不等，或是同一核内不同染色体大小不等。”由表2可见，较原始的六角莲（八角莲属）的核型似乎并不按一条路线演化，而像Stebbins所说的那样循二条路线增加不对称性而进化：一条路线主要扩大染色体两臂长度的差距，即由六角莲的平均臂比1.79提高到桃儿七（属）的2.36，染色体长度比则几乎没有增加；另一条路线主要扩大核内不同染色体大小的差距，即由六角莲的染色体长度比1.88上升到足叶草（属）的2.10，平均臂比则增大不多（1.79—1.91）。笔者[6]发现这种现象在裸子植物的杉科（Taxodiaceae）中同样存在，可能具有一定的规律性。综上分析，三者的进化程度和演化关系可能如图3所示。

Woodson（1928）[14]自足叶草属（*Podophyllum* L.）分出八角莲属（*Dysosma* Woodson）后，应俊生[2]（1979）又从中另立桃儿七属（*Sinopodophyllum* Ying）他认为三者在花的数目、花药宽药隔的有无、单粒花粉与四合花粉、花粉外壁纹饰及气孔类型之间的变化过程反映了由八角莲属向桃儿七属和足叶草属的演化趋势。笔者上述关于核型的分析支持这个意见及足叶草属和桃儿七属的分立。

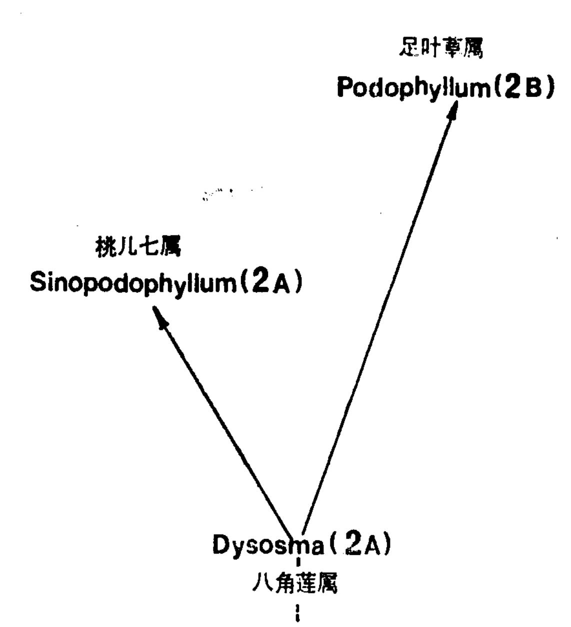


图3 八角莲属、桃儿七属和足叶草属的可能演化式样

Fig. 3 The probable evolutionary pattern of *Dysosma*, *Sinopodopyllum* and *Podophyllum*

三属核型的比较基本上也得到形态学的支持。应俊生认为桃儿七属的四合花粉、单花、无宽药隔和多型气孔较之八角莲属的单粒花粉、多花、具宽药隔和单型气孔进步，它的先花后叶也被认为是进化性状（Stebbins[10]），李广民[5]报道桃儿七的茎和叶柄中出现多见于单子叶植物的散生维管柱和周木维管束也是进步类型。这些形态性状资料支持了桃儿七属的核型比八角莲属（六角莲）进化的分析，它们同时也似可认作Stebbins[11]称之不对称核型在形态上的专化。但他又指出核型不对称性的增加并不总是伴随着外部形态的专化，“2 B”的足叶草可能就是一例，除了其花粉外壁的网状纹饰比之颗粒状或疣块状、瘤状等进化（Walker[13]）外，它的先叶后花、单粒花粉等并不比八角莲属和桃儿七属进步。这也可能反映了性状进化的不平行现象。需要指出的一点是，从三属的形态比较似见桃儿七属最为进化，但细胞学资料似乎并不支持这个看法。

相近的八角莲属和桃儿七属在地理分布上部分重叠和衔接[2]，与间断分布于北美东部的近缘足叶草属似为一个自然类群。它们的这种分布式样可能正是基于欧、亚-北美大陆历史上的相连（吴鲁夫[3]）和东亚-北美区系的东亚发源（吴征镒等[4]）。它

们或许在温暖的第三纪[3]广布于欧、亚-北美，随着地球陆块的飘移及气候的变迁，特别是第四纪以来的冰川影响而引成了目前的分布格局。根据核型和形态的分析，笔者不仅支持应俊生[2]认为我国中部为八角莲属的发展中心，而且很可能是八角莲属-桃儿七属-足叶草属自然类群的遗传变异中心（center of genetic diversity）和起源中心（center of origin），因为这里分布着这个类群的大多数及比较原始的种类[2]，而且离开这个中心距离愈远，种的数目也愈少。它们呈外向的进化性迁移而成幅射适应（adaptive radiation）。从现代分类群的分布来看（参阅应俊生图3），较原始的"2A"核型的八角莲属（六角莲）可能从我国中部（西南）起源中心西向经四川、云南、西藏沿喜马拉雅山南麓沿伸到不丹、锡金、尼泊尔、印度北部、克什米尔、巴基斯坦和阿富汗东部演化成桃儿七属，它以具有更高平均臂比的"2A"核型及形态上的先花后叶、四合花粉、多型气孔等进步性状来适应这里的藏、滇-南亚热带常绿阔叶林区的气候和高原地形。八角莲属又可能东向远距离扩展到北美东部演化成足叶草属，以更进化的"2B"核型及细长的根状茎和花粉外壁的网状纹饰等特征来适应这里的生态环境。笔者认为，八角莲属自然类群的起源和演化是支持吴征镒等关于我国西南和南部到东南亚的北部是东亚-北美区系成分发源地的一个例证。

参 考 文 献

〔1〕中国科学院植物研究所，1972：中国高等植物图鉴（第一册），科学出版社，759。

〔2〕应俊生，1979：植物分类学报，17（1）：15—23。

〔3〕吴鲁夫，E.B.（仲崇信等译），1964：历史植物地理学，科学出版社，304—363。

〔4〕吴征镒等，1980：中国植被，科学出版社，86—114。

〔5〕李广民，1982：植物学报，24（6）：519—523。

〔6〕李林初，1986：染色体资料在杉科演化研究中的意义；自然杂志，（在印刷中）。

〔7〕Kosenko, V. N. 1979: *Bot. Zurn.* 64(11): 1539—1551. (In Russian)

〔8〕Levan, A., K. Fredga and A. A. Sandberg, 1964: *Hereditas*, 52: 201—220.

〔9〕Miyaji, Y. 1930: *Planta*, 11(4): 650—651。

〔10〕Stebbins, G. L. 1951: *Evolution*, 5(4): 299—324.

〔11〕Stebbins, G. L. 1957: Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press, 462—475.

〔12〕Stebbins, G. L. 1971: Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold, London, 85—104.

〔13〕Walker, W., 1976: In "Origin and Early Evolution of Angiosperms" (C. B. Beck ed.) Columbia University Press, America.

〔14〕Woodson, R. E. 1928: *Ann. Missouri Bot. Gard.* 15: 335—340.

A STUDY ON THE KARYOTYPES AND EVOLUTION OF DYSOSMA PLEIANTHA WITH ITS RELATIVES

Li Linchu

(Department of Biology, Futan University)

Abstract The present paper deals with the cytological investigation of *Dysosma pleiantha* (Hance) Woodson, which is a chinese medicine and endemic to China. The karyotype of the species is reported here for the first time. According to the terminology defined by Levan et al.[8] the karyotype formula is K(2n) = 8m(2SAT) + 2st(SAT) + 2t. It belongs to "2A" of Stebbins'[12] karyotypic symmetry and is generally regarded as a more primitive one. Measurements of the chromosome complement and the idiogram of the karyotype are given in Table 1 and Fig. 2 respectively.

Basing on the karyotype comparison of (1) *Dysosma* with (2) *Sinopodophyllum* and (3) *Podophyllum* (Table 1 and 2), the present author suggested that the evolutionary order of them from primary to advance would be (1), (2), (3) and there be two evolutionary lines (Fig. 3) likely.

Key words *Dysosma pleiantha*; *Sinopodophyllum emodi*; *Podophyllum peltatum*; Karyotype; Evolution